

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



| | | |
|---|----|--|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/27452 |
| G01B 11/30 | | (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 31. Juli 1997 (31.07.97) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/03381 | | (81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). |
| (22) Internationales Anmeldedatum: 1. August 1996 (01.08.96) | | |
| (30) Prioritätsdaten: 196 02 445.5 24. Januar 1996 (24.01.96) DE | | Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> |
| (71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): NANOPRO LUFTLAGER- PRODUKTIONS- UND MESSTECHNIK GMBH [DE/DE]; Me&Technik GmbH, Bötzinger Strasse 29a, D-79111 Freiburg (DE). | | |
| (72) Erfinder; und | | |
| (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): MÜLLER, Dieter [DE/DE]; Im Schlattgarten 9, D-79589 Binzen (DE). | | |
| (74) Anwälte: PRÜFER, Lutz, H. usw.; Harthauser Strasse 25d, D- 81545 München (DE). | | |

(54) Title: DEVICE AND PROCESS FOR MEASURING TWO OPPOSITE SURFACES OF A BODY

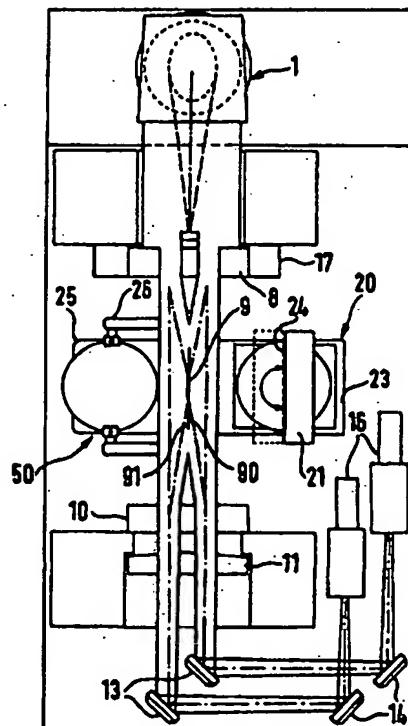
(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM VERMESSEN VON ZWEI EINANDER GEGENÜBERLIEGENDEN
OBERFLÄCHEN EINES KÖRPERS

(57) Abstract

The invention relates to a device and a process by means of which two opposite plane surfaces of a body can be simultaneously interferometrically measured with the light from a radiation source. Partial radiation beams (A, B) with positive and negative angles of diffraction are generated by a beam divider (8) in the form of a diffraction grid from parallel light radiation beams (P) generated via a radiation source (1) and strike the surfaces (90, 91) of the body (9) to be measured and are reflected therefrom. The reflected partial beams (A, B) are caused to interfere with the through partial beam (P) with a zero order of diffraction and the interference images thus produced are digitised and subtracted from one another, thus making it possible to determine the parallelism of the two surfaces (90, 91) of the body.

(57) Zusammenfassung

Es wird eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitgestellt, mit der bzw. mit dem zwei einander gegenüberliegende ebene Oberflächen eines Körpers gleichzeitig mit dem Licht aus einer Strahlungsquelle interferometrisch vermessen werden können. Aus einem über eine Strahlungsquelle (1) erzeugten parallelen Lichtstrahlbündel (P) werden über einen Strahlteiler (8) in Form eines Beugungsgitters Teilstrahlbündel (A, B) mit positiven und negativen Beugungswinkeln erzeugt, welche jeweils auf die zu vermessenden Oberflächen (90, 91) des Körpers (9) auftreffen und dort reflektiert werden. Die reflektierten Teilstrahlbündel (A, B) werden mit dem durchgehenden Teilstrahlbündel (P) der nullten Beugungsordnung zur Interferenz gebracht und die so erzeugten Interferenzbilder digitalisiert und voneinander subtrahiert, wodurch die Parallelität der beiden Flächen (90, 91) des Körpers festgestellt werden kann.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AM | Amenien | GB | Vereinigtes Königreich | MX | Mexiko |
| AT | Österreich | GE | Georgien | NE | Niger |
| AU | Australien | GN | Guinea | NL | Niederlande |
| BB | Barbados | GR | Griechenland | NO | Norwegen |
| BE | Belgien | HU | Ungarn | NZ | Neuseeland |
| BF | Burkina Faso | IE | Irländ | PL | Polen |
| BG | Bulgarien | IT | Italien | PT | Portugal |
| BJ | Benin | JP | Japan | RO | Rumänien |
| BR | Brasilien | KE | Kenya | RU | Russische Föderation |
| BY | Belarus | KG | Kirgisistan | SD | Sudan |
| CA | Kanada | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KR | Republik Korea | SG | Singapur |
| CG | Kongo | KZ | Kasachstan | SI | Slowenien |
| CH | Schweiz | LJ | Liechtenstein | SK | Slowakei |
| CI | Côte d'Ivoire | LK | Sri Lanka | SN | Senegal |
| CM | Kamerun | LR | Liberia | SZ | Swasiland |
| CN | China | LK | Litauen | TD | Tschad |
| CS | Tschechoslowakei | LJ | Luxemburg | TG | Togo |
| CZ | Tschechische Republik | LV | Lettland | TJ | Tadschikistan |
| DE | Deutschland | MC | Monaco | TT | Trinidad und Tobago |
| DK | Dänemark | MD | Republik Moldau | UA | Ukraine |
| EE | Estonia | MG | Madagascar | UG | Uganda |
| ES | Spanien | ML | Mali | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| FI | Finnland | MN | Mongolei | UZ | Usbekistan |
| FR | Frankreich | MR | Mauritanien | VN | Vietnam |
| GA | Gabon | MW | Malawi | | |

**Vorrichtung und Verfahren zum Vermessen von zwei
einander gegenüberliegenden Oberflächen eines Körpers**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Vermessen von zwei einander gegenüberliegenden Oberflächen eines Körpers nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 bzw. 20.

Der technische Fortschritt in der Halbleiterindustrie führte in den vergangenen Jahren dazu, daß aus wirtschaftlichen und prozeßtechnischen Gründen die Durchmesser der Halbleiter-Wafer, die ein Ausgangsprodukt bei der Chip-Herstellung sind, sprunghaft vergrößert wurden. Wafer mit einem Durchmesser von 200 Millimeter sind bereits Standard, Wafer mit einem Durchmesser von 300 Millimeter werden demnächst verarbeitet werden.

Hersteller und Verarbeiter dieser Wafergrößen verfügen heute noch nicht über Meßgeräte, mit deren Hilfe besondere Qualitätsmerkmale wie die Geometrie (Ebenheit, Biegung, Dickenvariation) der Wafer mit der erforderlichen Auflösung und Genauigkeit kontrolliert werden können.

Es sind zwei Meßverfahren zur Vermessung der Geometrie von Halbleiter-Wafern bekannt. Das eine Meßverfahren ist eine optische Geometriemessung mit Hilfe von Interferometrie. Dabei wird eine ganzflächige interferometrische Messung einer Ober-

- 2 -

fläche des Wafers durchgeführt, während dieser auf einer ebenen Platte ruht oder darauf angesaugt wird. Wenn die eine Oberfläche des Wafers vermessen ist, wird dieser umgedreht und anschließend die andere Oberfläche vermessen. Bei diesem Verfahren ist, da immer nur eine Seite gemessen werden kann, der Bezug zwischen Wafer-Vorder- und Rückseite, der eine Aussage über die Parallelität und die Dickenschwankung macht, nicht direkt gegeben. Man geht davon aus, daß die angesaugte Seite absolut eben gezogen wird, was in der Praxis jedoch nicht der Fall ist, da Partikel zwischen Wafer und Auflage dies verhindern und zu dem generell Unsicherheit darüber besteht, ob der Wafer - speziell bei Unebenheit - gleichmäßig anliegt. Ferner verbiegt bei einem horizontal ruhenden Wafer mit Durchmesser 200 Millimeter oder 300 Millimeter die Schwerkraft diesen, und somit liegt kein kräftefreier Zustand des Wafers vor. Dies macht eine Messung der absoluten Ebenheit unmöglich. Ferner birgt der Flächenkontakt zur Auflage und eventuell auch zur Meßoptik ein so hohes Beschädigungsrisiko, daß meistens nur Stichprobenmessungen zugelassen werden. Durch die Summe der vielen Meßunsicherheiten ist die Meßgenauigkeit nicht ausreichend. Meßwerte, die mit anderen Verfahren erzeugt worden sind, sind auch nicht direkt vergleichbar.

Ein weiteres Verfahren ist die kapazitive Geometriemessung, welche ein Abscannen der Oberfläche mit Abstandssensoren beinhaltet. Dabei tasten punktförmig messende Abstandssensoren die Vorder- und Rückseite eines Wafers ab. Der Wafer wird dabei im Zentrum gehalten und gedreht. Da die Messung punktförmig erfolgt muß gescannt werden, um Flächendaten zu erhalten. Die bekannten Nachteile von Scannverfahren, z.B. instabile Meßbedingungen über den gesamten Abtastvorgang, schränken dabei die Meßgenauigkeit erheblich ein. Durch das zentrale Halten des Wafers bei der Messung wirkt sich die Schwerkraft stark auf die Form des Wafers aus, indem sie eine Biegung verursacht. Dieser Einfluß kann rechnerisch in nur ungenügender Annäherung berücksichtigt werden. Ferner ist die Anzahl der Meßpunkte, die innerhalb einer akzeptablen Zeit erhalten werden können,

- 3 -

zu gering. Die verfahrensbedingte bzw. durch den Sensordurchmesser bedingte Größe der Meßpunkte kann auch nicht soweit reduziert werden, wie es für die neuen Qualitätsbestimmungen notwendig ist. Ferner ist das Beschädigungsrisiko für die Wafer hoch, da ein Flächenkontakt besteht und der Abstand der Sensoren zur Waferoberfläche aus technischen Gründen sehr gering ist. Insgesamt ist auch hier die Meßgenauigkeit durch die Summe der Meßunsicherheiten zu gering. Auch hier sind Meßwerte, die mit anderen Verfahren erzeugt wurden, nicht direkt vergleichbar.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Vermessen von zwei einander gegenüberliegenden im wesentlichen ebenen und zueinander parallelen Flächen eines Körpers, insbesondere eines Halbleiter-Wafers bereitzustellen, mit dem bzw. mit der die Meßgenauigkeit erhöht, das Beschädigungsrisiko verringert und die Meßzeit reduziert werden können.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung nach Patentanspruch 1 bzw. ein Verfahren nach Patentanspruch 20.

Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Vorrichtung bzw. das Verfahren weist folgende Vorteile auf:

Die Messung der Vorder- und Rückseite erfolgt unter absolut gleichen Bedingungen berührungslos, zeitgleich und statisch - es findet keine Waferbewegung statt - und es wird nur ein Sensor verwendet. Dabei ist keine Abstimmungskalibrierung notwendig. Der Wafer ist bei der Messung frei von äußerer Krafteinwirkung, da er aufrecht steht. Die kritischen Flächen der Wafer werden nie berührt, damit ergibt sich ein geringes Beschädigungsrisiko. Aus einer einzigen Messung ergeben sich alle erforderlichen Geometriedaten. Durch die einzige Messung wird die Meßzeit wesentlich reduziert, wodurch ein höherer Durch-

- 4 -

satz erreicht wird und die Rentabilität gesteigert wird. Die Meßgenauigkeit und die Auflösung sowohl lateral, als auch vertikal, sind so groß oder noch höher wie es in internationalen Standards verlangt wird. Ferner erfaßt das Verfahren den Wafer in einem unbeeinflußten Zustand und könnte dadurch zum Standard werden.

Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeit der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Figuren.

Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Vorrichtung;

Fig. 2 eine Draufsicht der Vorrichtung mit dem Strahlengang; und

Fig. 3 ein Blockdiagramm der Auswerte- und Bedienungseinheit.

Wie aus den Figuren 1 und 2 ersichtlich ist, weist die Vorrichtung eine Lichtquelle in Form eines Lasers 1 auf. Über einen Lichtwellenleiter 2 wird das von dem Laser 1 ausgesandte Licht an eine definierte Stelle der Vorrichtung geführt. An einem Ende 3 des Lichtwellenleiters 2 tritt das von dem Laser 1 erzeugte Licht aus, so daß das Ende 3 als eine punktförmige Lichtquelle wirkt. Das austretende Licht trifft auf einen Umlenkspiegel 4, von dem aus es über zwei weitere in einem Winkel von 90° zueinander stehende Umlenkspiegel 5 und 6 auf einen Kollimationsspiegel 7 in Form eines Parabolspiegels umgelenkt wird. Das von dem Parabolspiegel 7 reflektierte parallele Lichtbündel P gelangt über die beiden Umlenkspiegel 5 und 6 auf einen Strahlteiler 8. Dieser ist als ein erstes Beugungsgitter ausgebildet und ist vorzugsweise ein Phasengitter. Der Strahlteiler 8 ist in der Vorrichtung in vertikaler Richtung angeordnet, und das parallele Strahlenbündel P trifft

- 5 -

senkrecht auf das Beugungsgitter auf. In einem Abstand zu und parallel zu diesem ist ein Strahlsammler 10 in Form eines zweiten Beugungsgitters angeordnet. Hinter dem Strahlsammler 10 sind in gleicher Höhe zwei Dekollimationslinsen 11 vorgesehen, von denen aus die aus diesen austretenden Lichtstrahlbündel jeweils über Umlenkspiegel 12, 13, 14 und eine Abbildungsoptik 15 auf zwei CCD-Kameras 16 abgelenkt und fokussiert werden.

Der Strahlteiler 8 ist quer zur optischen Achse gelagert und umfaßt ferner ein piezoelektrisches Stellglied 17 zum Verschieben der Phase des parallelen Lichtstrahlbündels P durch Verschieben des Beugungsgitters.

In der Mitte zwischen dem ersten Beugungsgitter und dem zweiten Beugungsgitter ist eine Haltevorrichtung 50 beispielsweise in Form eines Ständers vorgesehen, auf dem ein zu messender Wafer 9 so gehalten wird, daß seine beiden ebenen Oberflächen 90, 91 in vertikaler Richtung parallel zum Strahlenbündel P angeordnet sind. Der Wafer 9 wird dabei durch den Ständer im wesentlichen nur an seinem vertikalen Rand 92 gestützt, so daß die beiden Oberflächen 90, 91 durch den Ständer im wesentlichen nicht berührt werden und einer Interferometriemessung frei zugänglich sind.

Es ist ferner eine Aufnahmeverrichtung (50, 25) für den zu vermessenden Wafer 9 vorgesehen, in welche der Wafer horizontal liegend eingelegt werden kann. Mit Hilfe einer Kippvorrichtung 26 kann der Wafer 9 von seiner liegenden Position in die stehende Meßposition gekippt werden und mittels eines positionierbaren Schlittens so in den Strahlengang zwischen dem ersten Beugungsgitter und dem zweiten Beugungsgitter eingebracht werden, daß die zu vermessenden Oberflächen 90, 91 im wesentlichen parallel zum ungebeugten Lichtstrahlbündel P und im wesentlichen in vertikaler Richtung ausgerichtet sind.

- 6 -

Es ist ferner eine Referenzeinrichtung 20 vorgesehen, welche einen Referenzkörper 21 aufweist, der mindestens eine ebene Oberfläche 24 besitzt. Der Referenzkörper 21 kann über einen Schlitten 23 mit einer Linearführung 18 in den Strahlengang zwischen dem ersten Beugungsgitter 8 und dem zweiten Beugungsgitter 10 anstelle des zu messenden Halbleiter-Wafers 9 eingebracht werden. Dabei ist der Referenzkörper 21 so gehalten, daß seine ebene Oberfläche 24 in vertikaler Richtung parallel zu dem ungebeugten Strahlenbündel P angeordnet ist. Der Referenzkörper 21 ist in seiner Halterung um eine Achse parallel zu seiner Oberfläche 24 um 180° drehbar.

Wie insbesondere aus Fig. 3 ersichtlich ist, weist die Vorrichtung ferner eine mit den Ausgängen der CCD-Kameras verbundene elektronische Einrichtung 30 zur Bildverarbeitung der von den CCD-Kameras erzeugten Interferenzbilder auf. Die Einrichtung 30 zur Bildverarbeitung ist mit einem Auswerterechner 40 verbunden. Der Auswerterechner 40 ist ferner über ein Piezodrive-Element 170 mit dem Phasenschieber 17 verbunden. An den Auswerterechner 40 sind ein Drucker 45 und ein Videomonitor 46 zur Ausgabe von Daten angeschlossen. Der Auswerterechner 40 ist ferner mit einer Leit- und Steuerungseinheit 60 verbunden, welche ihrerseits wiederum mit einem Hostrechner 65, einem Bedienerterminal 66 und dem Ausgang einer SPS (speicherprogrammierbare Steuerung) und Positioniersteuerung verbunden ist. Eingänge der SPS und Positioniersteuerung sind jeweils mit einer Leistungselektronik 68 für die Motoren 69 der Schlitten für den zu vermessenden Halbleiter-Wafer bzw. den Referenzkörper oder für sonstige zu bewegende mechanische Teile der Vorrichtung verbunden. Ein anderer Eingang der SPS und Positioniersteuerung 67 ist mit Sensorelementen 70 für die Schlitten bzw. Kippeinrichtungen verbunden.

Im Betrieb wird der zu messende Wafer 9 zunächst in die Waferaufnahmeeinrichtung 25 eingelegt. Dabei sind die zu vermessenden Oberflächen 90, 91 des Wafers 9 horizontal angeordnet. Mittels der Kippvorrichtung und des Schlittens 19 wird der zu

- 7 -

messende Wafer 9 in die Haltevorrichtung 50 eingebracht, in der er so angeordnet wird, daß seine zu vermessenden Oberflächen 90, 91 vertikal angeordnet sind. Von dem auf das erste Beugungsgitter 8 des Strahlteilers auftreffenden parallelen Lichtstrahlbündel P werden durch Beugung am Gitter Teilstrahlbündel A, B erzeugt, wobei das Teilstrahlbündel A mit positivem Beugungswinkel auf die eine Oberfläche 90 des Wafers auftreffen und dort reflektiert wird, während das Teilstrahlbündel B mit negativem Beugungswinkel auf die andere Oberfläche 91 des Wafers auftrifft und dort reflektiert wird. Die nullte Beugungsordnung des parallelen Lichtstrahlbündels P geht durch das erste Beugungsgitter 8 hindurch und wird an den Oberflächen 90, 91 des Wafers 9 nicht reflektiert. Dieses Teilstrahlbündel P dient als Referenzstrahl, mit dem die reflektierten Wellenfronten der Bündel A bzw. B zur Interferenz gebracht werden. In dem zweiten Beugungsgitter 10, dem Strahlsammler werden die reflektierten Teilstrahlbündel A bzw. B jeweils wieder mit dem Referenzstrahl P der nullten Beugungsordnung zusammengeführt und als zwei Teilstrahlbündel A + P bzw. B + P über Dekollimationslinsen 11 und Umlenkspiegel 12, 13 und 14 sowie Sammellinsen 15 auf die Brennebenen der CCD-Kameras 16 fokussiert.

Während der Belichtung der Oberflächen wird die Phase des parallelen Lichtstrahlbündels P mittels des Phasenschiebers 17 mehrfach um 90° bzw. 120° durch Bewegung des Beugungsgitters verschoben. Dadurch werden phasenverschobene Interferenzbilder erzeugt. Die Ausgangsdaten der CCD-Kameras 16 werden der Bildverarbeitungseinrichtung 30 zugeführt, welche aus den einzelnen Interferenzbildern der CCD-Kameras 16 digitalisierte Phasenbilder 160 für jede gemessene Oberfläche 90, 91 erzeugt. Die digitalisierten Phasenbilder 160 werden in dem Auswerterechner 40 weiterverarbeitet und auf dem Videomonitor 46 abgebildet. Die über den Phasenschieber 17 erzeugte definierte Änderung der Interferenzphase wird ausgewertet, um so zu bestimmen, ob es sich um eine Erhebung oder eine Absenkung in den gemessenen Oberflächen 90, 91 handelt. Zur Bestimmung der

- 8 -

Parallelität der gemessenen Flächen 90, 91 werden die beiden digitalisierten Phasenbilder voneinander subtrahiert. In dem Auswerterechner wird ferner eine Maskengenerierung, Kalibrierung, Parametrisierung und eine Speicherung von Phasenbildern durchgeführt. Erzeugte Grafiken und Tabellen können über den Drucker 45 ausgegeben werden.

Vor jeder Messung eines Wafers 9 kann eine Kalibrierung mittels des Referenzkörpers 21 durchgeführt werden. Dabei wird der Referenzkörper 21 in den Strahlengang zwischen das erste Beugungsgitter 8 und das zweite Beugungsgitter 10 eingebracht und die bekannte ebene Oberfläche 24 vermessen. Anschließend wird der Referenzkörper 21 um 180° gedreht und die selbe Oberfläche 24 als zweite Oberfläche gemessen.

Abwandlungen der Vorrichtung und des Verfahrens sind möglich. Als Referenzkörper 21 kann auch ein Körper mit zwei exakt planparallelen Oberflächen verwendet werden, die beide gleichzeitig vermessen werden. Die Ausführungsform mit nur einer ebenen Fläche des Referenzkörpers ist jedoch zweckmäßiger.

- 9 -

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Vermessen von zwei einander gegenüberliegenden Oberflächen eines Körpers mit einer Lichtquelle (1) zur Abgabe eines Lichtstrahlbündels; einer Positioniereinrichtung (25, 19, 50) zum Positionieren des Körpers (9) in den Strahlengang des Lichtstrahlbündels (P); einer zwischen der Lichtquelle (1) und der Position des Körpers (9) angeordneten Strahlteilereinrichtung (8) zum Aufteilen des Lichtstrahlbündels (P) zum Abzweigen eines auf eine der zu vermessenden Flächen (90, 91) unter einem Winkel auftreffenden und an der Fläche reflektierten Teilstrahlbündel (A, B) aus dem Lichtstrahlbündel (P) und einer Detektoreinrichtung (16) zum Erzeugen eines Interferenzbildes zwischen dem Lichtstrahlbündel (P) und dem reflektierten Teilstrahlbündel (A, B), dadurch gekennzeichnet, daß die Positioniereinrichtung (25, 19, 50) eine Haltevorrichtung (50) aufweist, die den Körper (9) derart unterstützt, daß die zu vermessenden Oberflächen (90, 91) im wesentlichen parallel zu dem Lichtstrahlbündel (P) angeordnet sind und der Messung frei zugänglich sind und daß die Strahlteilereinrichtung (8) so ausgebildet ist, daß gleichzeitig ein erstes, auf die erste Fläche (90) auftreffendes Teilstrahlbündel (A) und ein zweites, auf die zweite Fläche (91) auftreffendes Teilstrahlbündel (B) erzeugt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltevorrichtung (50) eine Vorrichtung zum Aufstellen des Körpers (9) in den Strahlengang umfaßt, wobei die zu vermessenden Flächen (90, 91) im wesentlichen vertikal ausgerichtet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlteilereinrichtung (8) ein im Strahlengang angeordnetes Beugungsgitter umfaßt, wobei das erste, auf die

- 10 -

erste Fläche (90) auftreffende Teilstrahlbündel (A) Wellen mit positivem Beugungswinkel und das zweite, auf die zweite Fläche (91) auftreffende Teilstrahlbündel (B) Wellen mit negativem Beugungswinkel umfaßt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kalibriereinrichtung (20) mit einem Referenzkörper (21), der mindestens eine ebene Oberfläche (24) aufweist, vorgesehen ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kalibriereinrichtung (20) eine Positioniereinrichtung (23, 18) zum Positionieren des Referenzkörpers (21) anstelle des zu vermessenden Körpers (9) in den Strahlengang aufweist, wobei die ebene Fläche (24) vertikal angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Positioniereinrichtung (20) einen Schlitten (23) zum Positionieren des Referenzkörpers (21) in den Strahlengang aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kalibriereinrichtung (21) eine Einrichtung zum Drehen des Körpers um eine Achse parallel zu der ebenen Fläche (24) um 180° aufweist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Aufnahmeeinrichtung (25) für den zu vermessenden Körper (9) vorgesehen ist, in die der Körper so eingebracht werden kann, daß seine zu messenden Oberflächen (90, 91) im wesentlichen horizontal angeordnet sind und daß ferner eine Kippvorrichtung (26) vorgesehen ist zum Kippen des Körpers in seine Meßstellung.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektoreinrichtung (16) zwei Detektoren (16) aufweist, wobei die Detektoren jeweils die Interferenz

- 11 -

des an der zu vermessenden Fläche (90, 91) abgelenkten Teilstrahlbündels (A, B) zu dem Referenzstrahlbündel (P) messen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektoren (16) als CCD-Kameras ausgebildet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, gekennzeichnet durch eine Bildverarbeitungseinrichtung (30) zum Erzeugen von digitalisierten Phasenbildern (160) aus den von jedem Detektor (16) gemessenen Interferenzen für jede zu vermessende Fläche (90, 91).

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch eine Auswerteeinrichtung (40) zum Auswerten der Phasenbilder (160).

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch einen Phasenschieber (17) zum Ändern der Phase des Lichtstrahlbündels (P) um einen definierten Wert.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch einen im Strahlengang zwischen der Position des Körpers (9) und der Detektoreinrichtung (16) angeordneten Strahlsammler (10).

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlsammler (10) als Beugungsgitter ausgebildet ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein Parabolspiegel (7) zum Erzeugen eines parallelen Strahlenbündels (P) aus dem aus der Strahlungsquelle (1) austretenden Lichtstrahl vorgesehen ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (1) als Laser ausgebildet ist.

- 12 -

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Phasenschieber (17) ein piezoelektrisches Stellglied zum Verschieben des Beugungsgitters des Strahlteilers (8) umfaßt.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, gekennzeichnet durch eine Steuereinrichtung (60) zum Steuern der Positioniereinrichtungen (22, 19, 50) für den zu messenden Körper (9) und den Referenzkörper (21).
20. Verfahren zum Vermessen von zwei einander gegenüberliegenden Oberflächen (90, 91) eines Körpers (9), wobei jede Oberfläche (90, 91) mittels Interferenz zwischen einem aus einer Lichtquelle (1) ausgesandten und an der Oberfläche (90, 91) reflektierten Lichtstrahlbündels (A, B) und einem aus der Lichtquelle (1) ausgesandten und im wesentlichen parallel zu der Oberfläche (90, 91) verlaufenden Lichtstrahlbündels (P) vermessen wird,
dadurch gekennzeichnet, daß eine einzige Lichtquelle (1) zum Vermessen beider Oberflächen (90, 91) verwendet wird und der Körper (9) im Strahlengang der Lichtquelle (1) so angeordnet wird, daß die beiden zu messenden Oberflächen (90, 91) gleichzeitig der Interferenzmessung zugänglich sind.
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (9) im Strahlengang so angeordnet wird, daß die zu vermessenden Oberflächen (90, 91) im wesentlichen in vertikaler Richtung ausgerichtet sind.
22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtstrahl aus der Lichtquelle (1) mittels eines Strahlteilers (8) in drei Teilstrahlbündel (A, B, P) aufgeteilt wird, wobei zwei der Teilstrahlbündel (A, B) jeweils auf eine der zu vermessenen Flächen (90, 91) abgelenkt und dort reflektiert werden und das dritte Teilstrahlbündel (P) als Referenzstrahl für die Interferenzmessung verwendet wird.

- 13 -

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die auf die zu vermessenden Oberflächen auftreffenden Teilstrahlbündel (A, B) durch Beugung an einem Gitter erzeugt werden, wobei das Teilstrahlbündel (A) mit positivem Beugungswinkel zur Vermessung der einen Oberfläche (90) und das Teilstrahlbündel (B) mit negativem Beugungswinkel zur Vermessung der anderen Oberfläche (91) verwendet wird und das Teilstrahlbündel mit Beugungswinkel Null als Referenzstrahl (P) verwendet wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß von jeder zu vermessenden Oberfläche (90, 91) mehrere phasenverschobene Interferenzbilder (160) erzeugt werden.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenbilder (160) digitalisiert werden.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines Phasenschiebers (17) die Phase der Teilstrahlbündel (A, B, P) beim Vermessen um einen definierten Phasenwinkel verschoben wird zum Erzeugen bewegter Phasenbilder zum Feststellen von Erhebungen oder Absenkungen in den zu vermessenden Oberflächen (90, 91).

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenbilder (160) der beiden Oberflächen (90, 91) voneinander subtrahiert werden zum Bestimmen der Parallelität der Oberflächen (90, 91).

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kalibrierungsmessung durchgeführt wird, wobei ein Referenzkörper (21) mit mindestens einer ebenen Oberfläche (24) in die Meßposition gebracht wird und die ebene Oberfläche (24) vermessen wird.

- 14 -

29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzkörper (21) um 180° um eine Achse parallel zu der ebenen Oberfläche (24) gedreht wird und dieselbe Oberfläche (24) nochmals vermessen wird.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß zwei ebene Oberflächen (90, 91) eines Halbleiter-Wafers (9) vermessen werden.

1/3

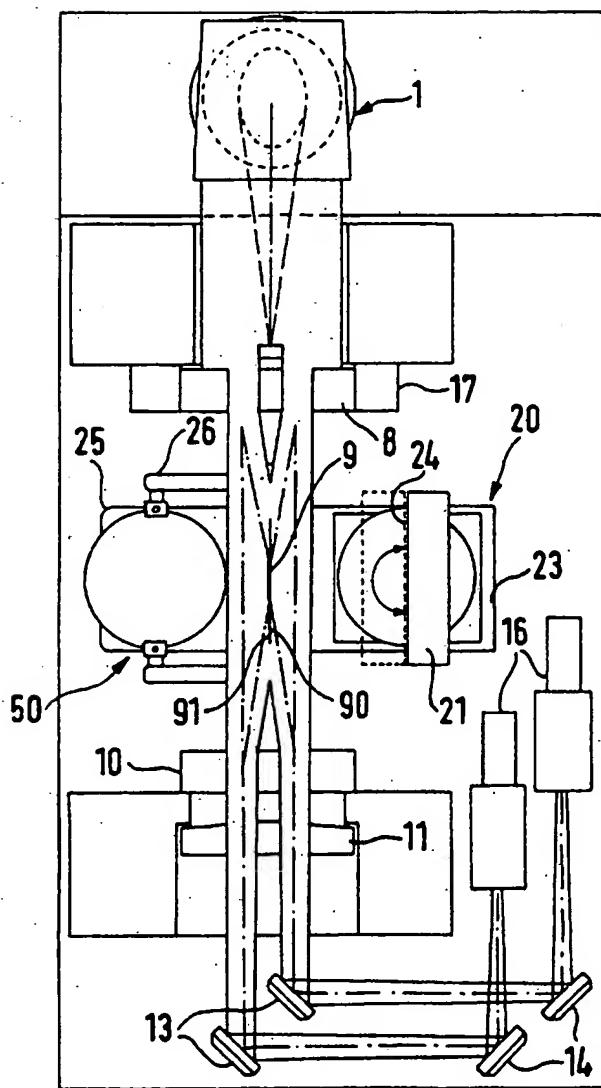


FIG.1.

2/3

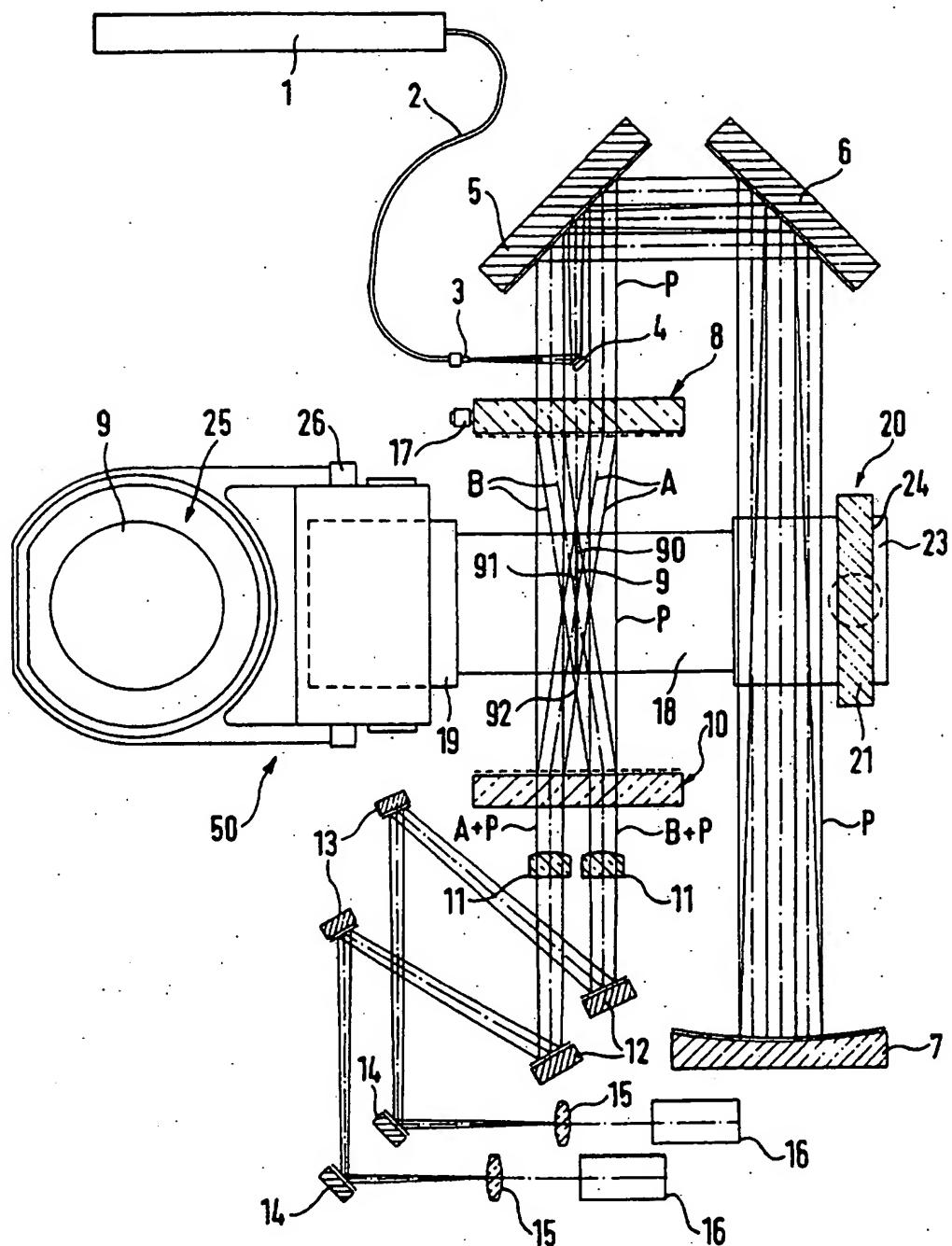


FIG. 2

3/3

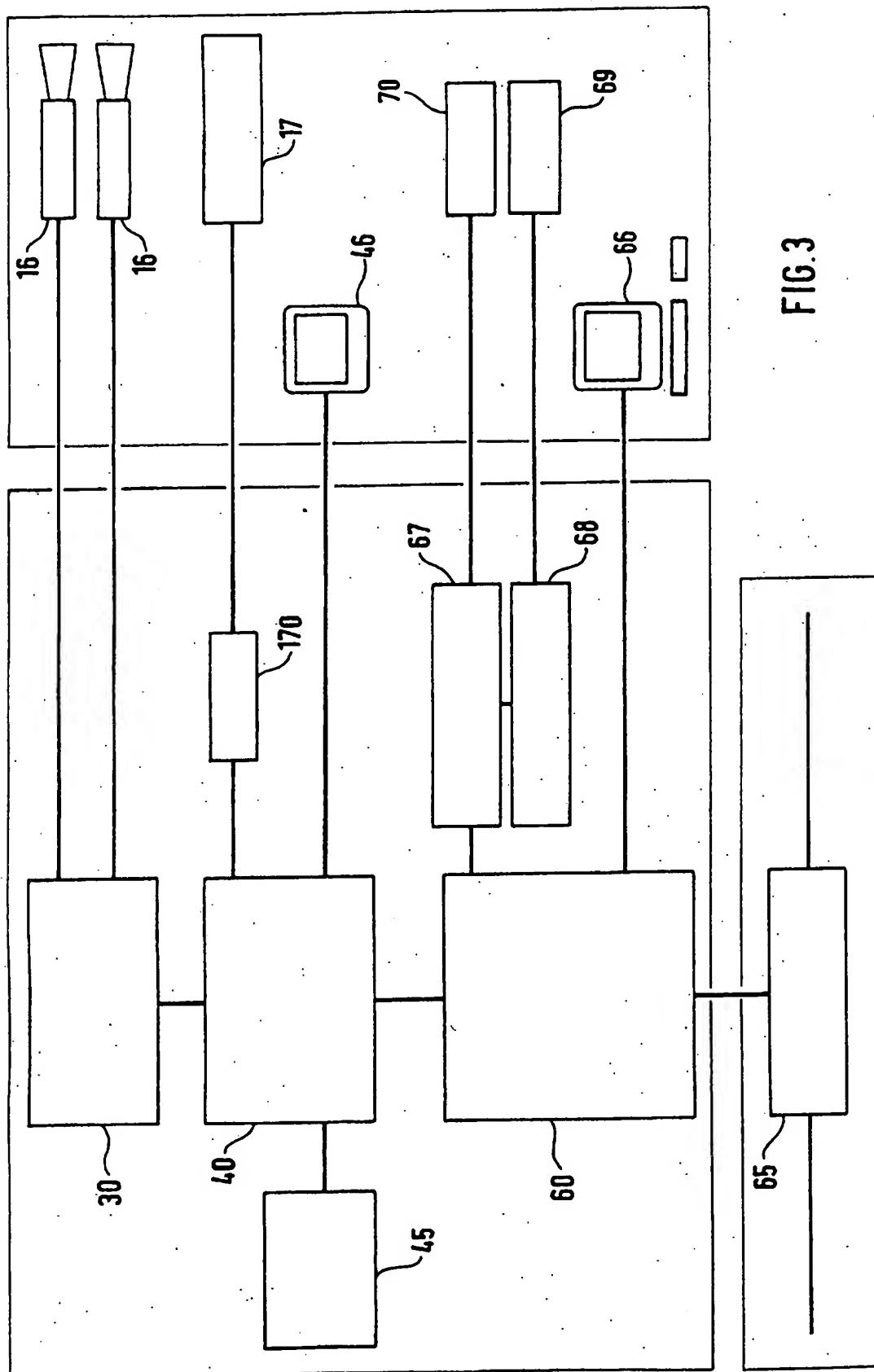


FIG.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/EP 96/03381

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G01B11/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|--|
| A | EP,A,0 179 935 (IBM DEUTSCHLAND GMBH) 7 May 1986 see the whole document see figures 1-4 --- | 1-3, 10-15, 17, 20-25, 28-30 |
| A | DD,A,106 769 (DR. J. SCHWIDER) 5 July 1974 see the whole document see figure 1 --- | 1-3,14, 15,17, 20-23 |
| P,A | WO,A,96 22505 (TROPEL CORPORATION) 25 July 1996 see the whole document see figures 1-10 ----- | 1-20 |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- 'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- 'E' earlier document but published on or after the international filing date
- 'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- 'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- 'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

'&' document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

2 December 1996

02.01.97

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Visser, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 96/03381

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|----------|------------------|
| EP-A-179935 | 07-05-86 | JP-C- | 1719277 | 14-12-92 |
| | | JP-B- | 4003806 | 24-01-92 |
| | | JP-A- | 61108904 | 27-05-86 |
| | | US-A- | 4653922 | 31-03-87 |
| DD-A-106769 | | NONE | | |
| WO-A-9622505 | 25-07-96 | NONE | | |